

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-065628  
(43)Date of publication of application : 06.03.1990

(51)Int.Cl. H02J 3/06

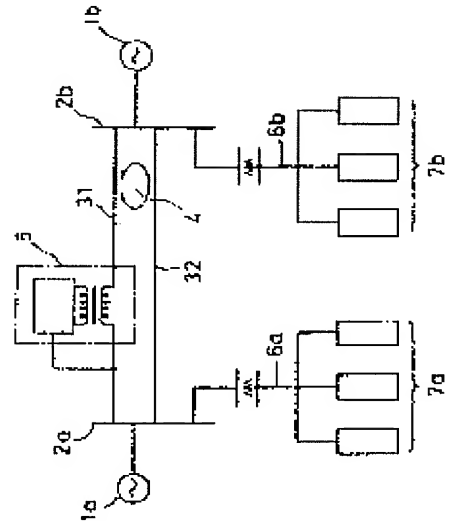
(21)Application number : 63-213100 (71)Applicant : NISSIN ELECTRIC CO LTD  
(22)Date of filing : 27.08.1988 (72)Inventor : ASANO MASAKUNI  
ONISHI KAZUHIKO

## (54) POWER FLOW CONTROLLER FOR TRANSMISSION NETWORK

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To enable fine regulation of power flow by producing an AC voltage necessary for regulation of differential phase angle of voltage across a transmission line through a phase conversion inverter then applying thus produced AC voltage in series onto the transmission line.

**CONSTITUTION:** When a load 7b increases over supply power, a phase conversion inverter 5 leads the phase of the load voltage by 90° ahead that of the voltage at a node 2a, and produces voltage of such magnitude as supplying sufficient power to the node 2b then that voltage is applied onto a transmission line 31. Consequently, the phase of voltage of the transmission line 31 can be led ahead of the phase of voltage at the node 2b, and power can be fed from the node 2a to the node 2b. When a load 7a increases over the supply power, the phase conversion inverter 5 leads the phase of the load voltage by 90° ahead of the phase of voltage at the node 2a and produces AC voltage of such magnitude as sufficient power can be fed to the node 2a, then the AC voltage is applied onto the transmission line.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]  
[Date of sending the examiner's decision of rejection]  
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-65628

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)3月6日

H 02 J 3/06

7337-5G

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 送電網の潮流制御装置

⑯ 特 願 昭63-213100

⑰ 出 願 昭63(1988)8月27日

⑱ 発 明 者 浅 野 正 邦 京都府京都市右京区梅津高畝町47番地 日新電機株式会社  
内

⑲ 発 明 者 大 西 一 彦 京都府京都市右京区梅津高畝町47番地 日新電機株式会社  
内

⑳ 出 願 人 日新電機株式会社 京都府京都市右京区梅津高畝町47番地

㉑ 代 理 人 弁理士 亀井 弘勝 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

送電網の潮流制御装置

2. 特許請求の範囲

1. 複数の送電線によりループ状の送電網を構成し、送電線両端電圧の相差角を調整してループ潮流の制御を行う装置において、送電線に直列に移相変換インバータが接続されており、該移相変換インバータが、潮流方向および潮流の大きさに応じて送電線両端電圧の相差角調整に要する交流電圧を生成し、送電線に直列に印加するものであることを特徴とする送電網の潮流制御装置。

3. 発明の詳細な説明

<産業上の利用分野>

この発明は、ループ状にされた送電網の潮流を制御する装置に関し、さらに詳しくは、送電線両端電圧の相差角を調整してループ潮流の制御を行う新規な送電網の潮流制御装置に関する。

<従来の技術>

送電網は火力、水力および原子力発電所などの発電設備と負荷とを結んで、発電設備から供給される有効・無効電力を負荷まで屈けている。上記送電網としては、複数の発電所を送電線により放射状に接続した放射状系統と、複数の送電線が集まってループ状の送電網を構成するループ系統とがある。上記放射状系統では、潮流分布を変えるには、系統の構成を変更する必要がある。一方、ループ系統は、系統の構成を変更することなく、潮流分布を変えることができる。このことから、都市部周辺の複雑な構成の系統においては、ループ系統が採用されてきている。

従来からのループ系統における潮流制御装置としては、

①送電線に直列コンデンサを挿入して送電線のリアクタンスを変える装置、

②直列コンデンサに替えて移相変圧器を用い、送電線両端間の相差角を変える装置がある。

上記①②の潮流制御装置をさらに詳細に説明す

る。

第5図は直列コンデンサを挿入して送電線のリアクタンスを変える装置を示し、送電網は、2つのノード(a)(b)間にそれぞれ $X_{L1}$ 、 $X_{L2}$ なるリアクタンスを持つ送電線(L1)(L2)を並列接続した構成であり、リアクタンス $X_{c1}$ を持つ直列コンデンサ(c)が、送電線(L1)に接続されている。そして、ノード(a)からノード(b)に電力Pが送られている。

いま、直列コンデンサ(c)が接続されていない状態であって、ノード(a)(b)にそれぞれ、

$$\dot{V}_a = V_a \varepsilon^{-j\phi_a}, \quad \dot{V}_b = V_b \varepsilon^{-j\phi_b} \text{ なる電圧が印加されている場合における送電線(L1)(L2)に流れる電力を } P_1, P_2 \text{ 求めれば、}$$

$$P_1 = V_a V_b \sin(\phi_a - \phi_b) / X_{L1} \quad (I)$$

$$P_2 = V_a V_b \sin(\phi_a - \phi_b) / X_{L2} \quad (II)$$

となる。

従って、ノード(a)からノード(b)に送られる送電電力がいかなる値であっても、送電線(L1)(L2)によって運ばれる電力比 $P_1 / P_2$ は常に、

$$P_1 / P_2 = X_{L2} / X_{L1}$$

というようにリアクタンスにより決められる一定の値となる。

以上の状態下において、送電線(L1)にリアクタンス $X_{c1}$ を持つ直列コンデンサを挿入することにより、送電電力比 $P_1 / P_2$ は、

$$P_1 / P_2 = X_{L2} / (X_{L1} - X_{c1}) \quad (III)$$

となる。

従って、直列コンデンサの容量 $X_{c1}$ を変えることによって $P_1 / P_2$ を変えることができ、潮流制御を行なうことができる。また、潮流を増加させたい側の送電線に直列コンデンサを挿入して潮流分布を変えることができる。

次に、移相変圧器を用いた潮流制御装置は、上記第5図の送電線(L1)に移相変圧器の2次側巻線を直列に接続し、ノード(a)の電圧に対して直角位相を持った電圧を移相変圧器の2次側巻線に印加するものである。

即ち、上記(I)(II)式から、潮流が送電線両端電圧の相差角 $\phi_a - \phi_b$ の正弦に比例して変化するこ

とに着目し、ノード電圧に対して直角位相を持った電圧を移相変圧器により生成して送電線(L1)に加えることにより、送電線両端電圧の相差角を変えることができ、潮流を変えることができる。

そして、直角位相を持った電圧は、移相変圧器のタップ調整によりその大きさを変えることができる。

< 発明が解決しようとする課題 >

しかしながら、上記①の潮流制御装置は、系統の構成を変更することなく、自由に潮流制御を行うことができるが、直列コンデンサの容量がそれぞれ固定されており、複数の直列コンデンサの中から潮流調整に必要な容量の直列コンデンサを選択して送電線に接続するので、負荷変動に伴う潮流制御は必然的に段階的に行われ、リニアに行うことができない。しかも、直列コンデンサの容量がそれぞれ固定されているので、微妙な潮流調整は不可能であるという問題がある。

また、移相変圧器においても送電線に印加されている電圧の一部を、巻線比のタップ調整により

取り出し、これを90度進み方向或は遅れ方向にして送電線に帰還させているので、段階的にしか潮流調整を行えず、微妙な調整は不可能であり、上記直列コンデンサと同様な問題がある。

この発明は、上記の課題に鑑み、潮流制御の為の交流電圧をリニアに変化させて、潮流の微調整を可能にする送電網の潮流制御装置を提供することを目的とする。

< 課題を解決するための手段 >

上記目的を達成するための、この発明の送電網の潮流制御装置は、送電線に直列に移相変換インバータが接続されており、該移相変換インバータが、潮流方向および潮流の大きさに応じて送電線両端電圧の相差角調整に要する交流電圧を生成し、送電線に直列に印加するものであることを特徴とする。

< 作用 >

以上の発明であれば、送電線の両端に印加される電圧の位相差を調整してループ潮流の制御を行う場合において、移相変換インバータにより、潮

流電力に応じて、送電線両端電圧の相差角調整に要する交流電圧を生成し、送電線に直列に印加することにより、送電線に印加されている電圧の相差角を自由に、且つリニアに変えることができる。従って、隣接する系統間の潮流制御をリニアに行なうことができる。

さらに詳細に説明すれば、インバータは、スイッチングのタイミングにより、パルス幅、或は周波数制御を行って交流電圧の大きさをリニアに制御することができると共に、電源電圧の位相に対して進み方向、または遅れ方向に位相をリニアにシフトすることができる。従って、インバータを送電線に介在接続させて移相変換インバータとして使用することにより、交流電圧の位相および大きさをリニアに可変することができる。

#### < 実施例 >

以下、この発明の送電線の潮流制御装置の実施例を添付図面に基いて詳細に説明する。

第1図はこの発明に係る送電線の潮流制御装置の一実施例を示す図であり、送電線の潮流制御装

置は、発電所(1a)(1b)からそれぞれ電力を供給されているノード(2a)(2b)間を、3相送電線(31)(32)で並列に接続して、ノード(2a)(2b)と送電線(31)(32)とでループ状の送電網(4)を構成し、上記送電線(31)に移相変換インバータ(5)を介在接続し、さらに、ノード(2a)(2b)と負荷(7a)(7b)との間を配電線(6a)(6b)により接続している。

第2図は上記移相変換インバータのブロック図である。但し、位相変換インバータ(5)は3相送電線の各相にも接続されるものであり、図例のものは、一相分のみを示している。上記移相変換インバータ(5)は、ノード(2a)から分岐された配線に接続される整流器(51)と、ノード(2a)の電圧に対して位相が90度進み、或は遅れ方向にずれたタイミング信号、即ち送電線(31)両端電圧の相差角調整に要する電圧をリニアに生成するための信号を生成する制御回路(52)と、整流器(51)からの脈流を平滑化するコンデンサ(53)と、上記制御回路(52)からのスイッチタイミング信号に応じてコンデンサ(53)により平滑化された直流電圧をスイッチング

し、ノード(2a)の電圧に対して90度位相が進み、或は遅れ、且つ潮流制御に見合った振幅の電圧を生成するスイッチ回路(54)と、送電線(31)に介在接続され、スイッチ回路(54)からの電圧を送電線(31)に直列に印加するトランス(55)とを有する。尚、バッテリーの電圧をスイッチングして潮流制御に要する電圧を生成することも可能である。

上記構成の送電線の潮流制御装置の動作を、第3図のループ系統図、及び第4図のベクトル図を参照して説明する。

第3図は、第1図のループ系統のみを取り出したものであり、既に示した第5図と同様な構成となる。そして、送電線(31)(32)のリアクタンスをそれぞれ $X_{L1}$ 、 $X_{L2}$ とし、ノード(2a)(2b)の電圧をそれぞれ、

$$\dot{V}_a = V_a e^{j\phi_a}, \quad \dot{V}_b = V_b e^{j\phi_b} \text{ とし、}$$

送電線(31)(32)に流れる電力を $P_1$ 、 $P_2$ 求めれば、既に従来技術において説明した如く、

$$P_1 = V_a V_b \sin(\phi_a - \phi_b) / X_{L1} \quad (I)$$

$$P_2 = V_a V_b \sin(\phi_a - \phi_b) / X_{L2} \quad (II)$$

となり、送電線(31)(32)によって運ばれる電力比 $P_1 / P_2$ は常に、 $P_1 / P_2 = X_{L2} / X_{L1}$ というようにリアクタンスにより決められる一定の値となる。

以上の状態下で、移相変換インバータ(5)により、ノード(2a)の電圧 $\dot{V}_a$ に対して位相が直角方向にずれた電圧 $\dot{V}$ を生成し、送電線(31)に印加することにより、電圧 $\dot{V}_a$ とトランス(55)からの電圧 $\dot{V}$ とが、ベクトル加算され相差角は、 $\phi_a - \phi_b$ から $\phi_a' - \phi_b$ に変化する(第4図ベクトル図参照)。そして、送電線(31)に流れる電力 $P_1$ は、 $P_1 = V_a V_b \sin(\phi_a' - \phi_b) / X_{L1}$ となる。

従って、 $P_1$ と $P_2$ の比は、 $P_1 / P_2 = \{ \sin(\phi_a' - \phi_b) / \sin(\phi_a - \phi_b) \} \times (X_{L2} / X_{L1})$ となり、相差角 $\phi_a' - \phi_b$ を大きくすることによって、潮流の大きさを変えることができ、また、 $\phi_a' - \phi_b$ の値をマイナスにすることによって、潮流の方向を変えることができる。

従って、 $P_1$ と $P_2$ の比は、 $P_1 / P_2 = \{ \sin(\phi_a' - \phi_b) / \sin(\phi_a - \phi_b) \} \times (X_{L2} / X_{L1})$ となり、相差角 $\phi_a' - \phi_b$ を大きくすることによって、潮流の大きさを変えることができ、また、 $\phi_a' - \phi_b$ の値をマイナスにすることによって、潮流の方向を変えることができる。

従って、 $P_1$ と $P_2$ の比は、

$$P_1 / P_2 = \{ \sin(\phi_a' - \phi_b) / \sin(\phi_a - \phi_b) \} \times (X_{L2} / X_{L1})$$

となり、相差角 $\phi_a' - \phi_b$ を大きくすることによって、潮流の大きさを変えることができ、また、 $\phi_a' - \phi_b$ の値をマイナスにすることによって、潮流の方向を変えることができる。

以上の実施例によれば、

① 負荷(7b)が大きくなり、負荷(7b)の電力が不足した場合には、移相変換インバータ(5)により、ノード(2a)の電圧 $\dot{V}_a$ よりも位相が90度進み、且つノード(2b)に不足電力を融通し得る大きさの電圧 $\dot{V}$ を生成し、送電線(31)に印加することにより、 $\dot{V}_a$ に $\dot{V}$ がベクトル加算され、送電線(31)の電圧の位相をノード(2b)の電圧の位相よりも進めることができる。従って、ノード(2a)からノード(2b)に潮流を流すことができる。

② 上記の場合と逆に、負荷(7a)が大きくなり、負荷(7a)の電力が不足した場合には、移相変換インバータ(5)によりノード(2a)の電圧 $\dot{V}_a$ よりも位相が90度進み、且つノード(2a)に不足電力を融通し得る大きさの交流電圧 $\dot{V}$ を生成し、送電線(31)に印加することにより、上記①と逆に、送電線(31)の電圧の位相をノード(2b)の電圧の位相よりも遅らせることができ、ノード(2b)からノード(2a)に潮流が流れる。

③ また、負荷(7a)(7b)の内の何れか一方の負

荷が急激に変動して小さくなり、余剰電力が送電線(31)(32)を介して他方の系統に流れる場合には、移相変換インバータ(5)により、ノード(2a)(2b)間の電圧の相差角を0にする大きさの交流電圧を生成して、送電線(31)に直列に印加することにより、潮流を抑制することができる。

尚、この発明は上記の実施例に限定されるものではなく、例えば、複数の送電線を縦横にメッシュ化して複数のループ系統により送電網を構成したいわゆるグリッド系統、或は環状のループ系統の内側にさらに環状のループ系統を接続した大都市環状系統等の2以上のノード数を有するループ系統に移相変換インバータを接続することが可能であり、その他この発明の要旨を変更しない限りにおいて種々の設計変更を施すことが可能である。  
< 発明の効果 >

以上の発明によれば、移相変換インバータにより、潮流電力に応じて、送電線両端電圧の相差角調整に要する交流電圧を生成し、送電線に直列に印加することにより、相差角をリニアに変えるこ

とができるので、送電網の潮流をリニア、且つきめ細かに調整することができるという特有の効果を奏する。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明に係る送電網の潮流制御装置の一実施例を示す図、

第2図は、移相変換インバータのブロック図、

第3図は第1図を簡略化したループ系統図、

第4図は第3図の送電網の潮流制御装置の動作を示すベクトル図、

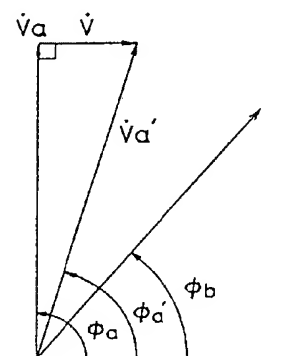
第5図は従来の送電網の潮流制御装置を示す図。

(1a)(1b)…発電所、(2a)(2b)…ノード、

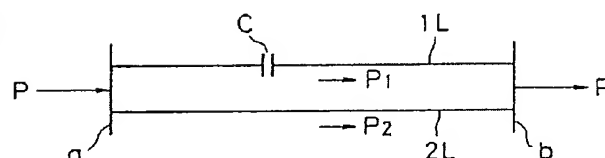
(31)(32)…送電線、(4)…送電網、

(5)…移相変換インバータ

第 4 図



第 5 図

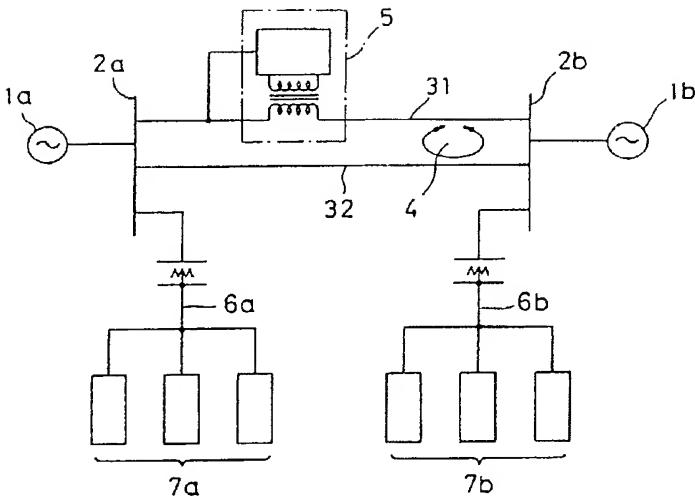


特許出願人 日新電機株式会社  
代理人 弁理士 亀井弘勝  
(ほか1名)



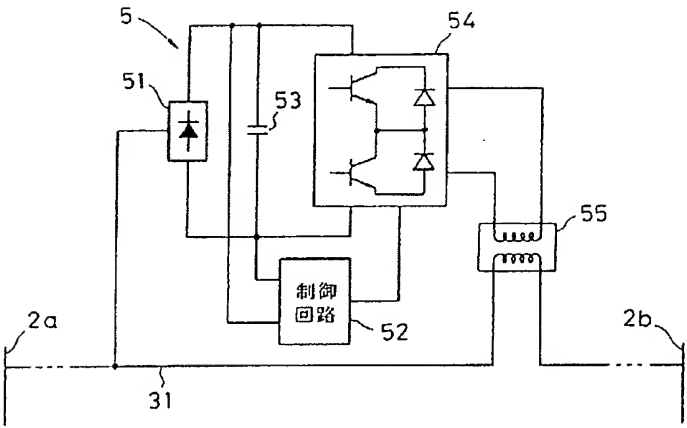
第 1 図

符 号	名 称
(4)	送 電 網
(5)	移相変換インバータ
(1a) (1b)	発 電 所
(2a) (2b)	ノ ー ド
(31) (32)	送 電 線



第 2 図

符 号	名 称
(5)	移相変換インバータ
(2a) (2b)	ノ ー ド
(31) (32)	送 電 線



第 3 図

